

マルチホップHD-PLCにおけるブロードキャスト通信性能改善のためのトポロジ考慮型送信制御手法に関する研究

Topology-aware transmission control method for broadcast communication over multi-hop HD-PLC network.

古濱 佑樹¹ 野林 大起¹ 塚本 和也¹ 池永 全志¹
Yuki Furuhashi Daiki Nobayashi Kazuya Tsukamoto Takeshi Ikenaga

九州工業大学大学院¹
Kyushu Institute of Technology

1 はじめに

HD-PLC は、電力線を用いて最大 PHY レート 240Mbit/s の高速通信を実現する通信技術である。長距離通信を可能にする手段として、マルチホップ技術を搭載した HD-PLC が開発されている [1]。マルチホップ HD-PLC の用途の一つとして、ブロードキャスト通信によるデータ転送を用いるシステムが想定されている。しかし、マルチホップ網でブロードキャスト通信を行うとパケットの衝突が発生し、性能が低下するという問題点がある。

2 事前実験

HD-PLC におけるマルチホップ通信時のブロードキャスト性能を確認するため、図 1 に示すトポロジで実機を用いて実験を行った。このトポロジでは、2 ホップ先までパケットが届くように出力を設定した。送信間隔を 5ms、ペイロード長を 96byte とし、ノード A から 10 秒間ブロードキャスト送信を行ったところ、B, C, D, E のすべてのノードにおいて約 10% のパケットロスが発生することを確認した。これは隣接ノードからのブロードキャスト通信とのパケット衝突が要因と考えられる。

3 提案手法

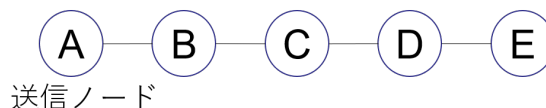
そこで本研究では、マルチホップ HD-PLC におけるブロードキャスト通信の性能改善のため、中継待機時間と中継ノードの最大受信数を設定する手法を提案する。HD-PLC では、中継ノードがパケットを受信すると、1ms~10ms のランダム時間待機してからパケットの中継を行うものの、これでは隣接ノードからのブロードキャスト通信との衝突を回避できない。そこで、送信元ノードから遠くのノードほどランダム待機時間の最大値（最大待機時間）を小さくし、遠くのノードが優先的に通信を行うことで衝突の軽減を図る。中継ノードの最大待機時間を、式 (1) により決定し、評価を行う。

$$\text{最大待機時間} = \frac{\text{送信間隔}}{\text{中継ノードのホップ数} + 1} \quad (1)$$

また、ブロードキャスト中継による冗長なデータ送信を抑制するため、最大受信数に基づき送信を制御する。中継ノードは中継待機時間中に同一パケットの受信数が最大受信数に達すると、中継を中止する。図 1 のトポロジでは、ノード B では最大受信数を 2 に、ノード C, D では最大受信数を 3 に設定する。

4 シミュレーションによる性能評価

提案手法の有効性を示すためにネットワークシミュレータ Scenargie を使用して図 1 のトポロジで性能を評



送信ノード

図 1 実機での測定及びシミュレーションのトポロジ

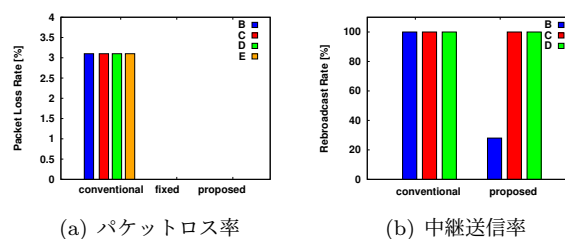


図 2 シミュレーション結果

価した。送信間隔は 5ms、ペイロード長を 96byte に設定し、10 秒間のフローを発生させた。また各ノードの通信は、2 節と同様に 2 ホップ先まで信号が届くように設定した。評価指標には、パケットロス率と受信パケット数に対する中継送信率の二つを用いた。比較手法には、従来の HD-PLC (conventional)、最大待機時間を 2ms に固定 (fixed) した手法を用いた。図 2 にシミュレーション結果を示す。図 2(a) より、fixed および proposed のパケットロス率を 0% まで削減できたことが確認できた。これにより、従来手法に対して、最大待機時間を設定することによりパケットロス率を改善する効果が明らかとなった。図 2(b) より、従来手法では受信したパケットを必ず中継している。一方 proposed では、ノード C, D では自身から下流のノードからデータを受信する可能性が低いためほとんど変わっていないが、ノード B では中継送信数を 72% 削減できている。

5 まとめ

本研究では HD-PLC の実機においてブロードキャスト通信の性能を測定し、性能を改善するため中継待機時間と最大受信数を設定する手法を提案した。シミュレーション結果から、提案手法により不要な通信を削減しつつパケットロス率を削減可能であることを示した。今後はより複雑なトポロジにてブロードキャスト通信の性能改善を目指す。

参考文献

- [1] 古賀 久雄, "「HD-PLC」最新技術動向と活用事例", Panasonic Technical Journal Vol.64 No.1 P.21 (2018)